En su diálogo mensual con científicos e investigadores argentinos, FUTURO conversó esta vez con Esteban Feuerstein, doctor en Informática, profesor Asociado e investigador en el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. Durante la charla se habló sobre los curiosos y difíciles problemas que aborda en su trabajo de investigación en informática teórica. Desde el famoso problema del viajante de comercio, o el de un robot que debe cruzar un río, hasta las estrategias para optimizar Internet, parece que todo se puede mejorar –investigación científica– mediante, mejorar y acercar a un óptimo a veces inalcanzable por las computadoras más potentes que se puedan imaginar.

Por Leonardo Moledo

Diálogo con científicos argentinos: informática teórica

Vigilar y optimizar

Qué diferencia hay entre trabajar con una computadora e investigar en computación? Porque hoy en día la informática y las computadoras están por todas partes, pero supongo que no es lo mismo usar una computadora que investigar científicamente en informática.

–No es lo mismo, claro. Es la diferencia que va de manejar un auto a ser ingeniero automotor. Incluso algunas de las ramas de la informática son menos parecidas a ser un ingeniero y se parecen más a ser un físico teórico. Lo que yo hago, por ejemplo.

Algoritmos

–¿Y qué es lo que hace?

–Algoritmos.

–¿Algoritmos?

–Los algoritmos son el corazón de la informática, sobre eso no hay demasiadas dudas. Algoritmos, las instrucciones para que las cosas se hagan automáticamente, trabajar con computadoras es trabajar con algoritmos. ¿Sabe de dónde viene la palabra algoritmo?

–No.

–Del matemático árabe Al-Jawaritzmi del siglo IX. Fue el autor de un *Tratado de Aritmética* que tuvo una influencia enorme en el desarrollo de las matemáticas en Occidente. Y su nombre latinizado era *Algoritmus*.

–De paso, dicen que el más grande de los matemáticos árabes medievales fue Omar Khayam, el poeta del siglo XI. Pero volviendo al siglo XX, o casi XXI....

–Sí, le decía que yo trabajo en algoritmos. La rama se podría llamar informática teórica y dentro de la informática, algoritmos, complejidad, análisis de algoritmos, diseño de algoritmos, traducido a un lenguaje más fácil es pensar cómo se puede instruir a una computadora para que haga algo automáticamente, para resolver problemas difíciles.

–¿Cómo cuáles?

–Como tomar decisiones que optimicen cierto objetivo (dicho técnicamente sería una "función objetivo"), tomar decisiones correctas, tomar un camino más corto, o más barato, o encontrar la mejor forma de hacer alguna tarea. Hay herramientas matemáticas que permiten modelar una cantidad inmensa de problemas reales, redes de transporte, redes de comunicaciones, decidir la forma más rápida para que un mensaje de correo electrónico viaje de un nodo a otro y la forma más barata para que los camiones de una empresa repartan un producto, o ver si la estructura caminera existente permite soportar el flujo de automóviles en una hora pico, o hay que agregar más obras, o cuál es la forma más barata de comunicar dos sitios que no están comunicados.

–Son problemas que a veces parece que sólo pueden resolverse a ojo...

–Pero se pueden cometer gravísimos errores, puede haber enormes desperdicios, gastos inútiles. Si uno va a cualquier lado y encuentra cómo trabajan en optimización, es muy probable que lo hagan a ojo, y a ojo en empresas que trabajan hace muchos años y que el tiempo la fue optimizando, los desvíos no son tan graves. Sin embargo, siempre se puede mejorar. Lo que pasa es que muchos son problemas muy difíciles, sale caro encontrar la mejor solución, y a veces una solución cercana a la óptima alcanza. Esto, mal o bien existe en subtes, trenes, repartidoras, empresas de correos, petroleras, en toda la actividad económica, transportes, problemas de comunicaciones, asignación de recursos escasos...

El problema del viajante de comercio

–Y su tema de investigación...

–Bueno, dentro de este tipo de cuestiones, yo me ocupo de problemas que se llaman "on line", que son problemas en los cuales hay que tomar decisiones, pero en general, sin tener los datos completos del problema en el momento de tomar las decisiones.

–Por ejemplo.

–Por ejemplo el famosísimo problema del viajante de comercio, que es un problema clásico. Consiste en decirle a un camión de Coca Cola o al cartero, cuál es la forma más corta de recorrer un conjunto de lugares y volver a la base, es un problema que parece fácil, pero que es...

–Bueno, pero ¿por qué se llama del viajante de comercio, si me habla de carteros...?

–El cartero y el viajante de comercio son matemáticamente equivalentes...

–Ah sí, es un teorema famoso... .

–Porque el planteo original es con un viajante de comercio que tiene que recorrer un cierto número de ciudades y uno conoce las distancias entre las ciudades, y algún otro factor, como por ejemplo el costo de ir de una ciudad a otra, y hay que elegir el mejor recorrido. Si se trata de tres ciudades.

–Digamos Córdoba, La Plata, Anillaco.

–Ahí se hace a ojo. Es fácil.

–Yo iría primero a Anillaco.

–O cualquier otra combinación... son seis recorridos posibles en total. Uno los mira, ve cuál es el mejor y listo. Pe-



Isaac Newton y su perro Diamond

El matemático inglés John Wallis (1616/1703) era íntimo amigo de Isaac Newton. Según cuenta en su diario, una vez que fue a visitarlo, Newton se puso a alardear sobre las dotes de su perro Diamond. "Mi pequeño perro Diamond se las arregla bastante bien con las matemáticas" dijo Newton, "hoy, por ejemplo, demostró dos teoremas antes del almuerzo". "¡Pero su perro debe ser un genio!" respondió Wallis. "Oh, yo no diría tanto", –contestó Newton–, "el primer teorema tenía un error y el segundo una excepción evidente".

Enviado por Matías Faragotti, estudiante de Sistemas de la UTN.

FUTURO
Sábado 31 de julio de 1999

Aventura espacial

El kamikaze lunar hoy

Por Mariano Ribas

Página 2

Astronomía: hoy una nave se estrellará contra la Luna

El kamikaze lunar en busca de agua

Por Mariano Ribas

Hay finales y finales. Y el que le espera al pobre Lunar Prospector no es de los mejores: hoy, la pequeña nave de 160 kilos terminará sus días estrellándose contra un oscuro cráter, cercano al polo sur de la Luna. Lo que a primera vista parecería un alocado acto suicida, no es tal cosa. En realidad, todo está perfectamente programado por los científicos de la NASA, que esperan que la última –y más espectacular– misión de la sonda, confirme de una vez por todas lo que muchos sospechan: la existencia de millones y millones de toneladas de hielo (agua) en las regiones polares del satélite donde, hace treinta años, el hombre hizo su primera experiencia extraplanetaria.

Un inspector lunar

La vida del Lunar Prospector ("Inspector Lunar") ha sido corta, pero muy intensa. El 6 de enero de 1998, la nave fue lanzada al espacio por un cohete de la NASA, y cinco días más tarde comenzó su tarea. Dando una vuelta alrededor de la Luna cada dos horas, y siempre pasando por encima de los polos (órbita polar), la sonda comenzó un completo relevamiento geológico de la superficie lunar, desde una altura de apenas 100 kilómetros.

Y al poco tiempo, el pequeño inspector –un poco más grande que un lavarropas– dio que hablar: a principios de marzo del año pasado, uno de sus instrumentos (el espectrómetro de neutrones) detectó posibles señales de agua congelada en ambas regiones polares. Inmediatamente, la noticia dio la vuelta al mundo. Pero no sorprendió tanto a los astrónomos, porque cuatro años antes, la sonda espacial Clementine había detectado algo parecido, aunque de modo bastante confuso. El Lunar Prospector, que recién comenzaba su misión, estaba mucho mejor equipado que su predecesora. Y encima, volaba cuatro veces más cerca de la superficie selenita.

Hoy, mientras usted lee esto, la pequeña nave de 160 kilos Lunar Prospector se está estrellando en la Luna a la modesta velocidad de 5000 km/h para comprobar algo que se estuvo barajando durante mucho tiempo: la existencia de agua en la luna. El resultado de este experimento triste para el Lunar Prospector, quien morirá en el intento, puede tener alegres consecuencias en el desarrollo venidero de la ciencia y la aventura interplanetaria.

¿Cuánta agua?

Sin embargo, la navecita no había detectado el hielo lunar en forma directa: en realidad, su espectrómetro registró la presencia de grandes cantidades de hidrógeno en ambas regiones polares. De todos modos, la mejor explicación para todo ese hidrógeno era la presencia de agua vivita y coleando, aunque congelada. Pero... ¿cuánta agua congelada? Las primeras estimaciones de los científicos eran bastante imprecisas: desde 10 millones de toneladas de hielo, hasta 300 millones, sumando ambas zonas. Pocos meses más tarde, cuando el Lunar Prospector "bajó" su órbita a unas pocas decenas de kilómetros por sobre la superficie, los datos comenzaron a afinarse. Incluso, pudo medirse con cierta precisión la extensión de los territorios helados: en el Polo Sur, el hielo se encontraría en un área de 5 a 20 mil kilómetros cuadrados. Y en el Polo Norte, estaría desparramado en un área de entre 10 y 50 mil kilómetros cuadrados. Todo ese hielo, que estaría apenas enterrado en el suelo lunar, sumaría no cientos, sino miles de millones de toneladas. Y su origen y permanencia en la Luna son un capítulo aparte.

Cráteres oscuros y cometas

Efectivamente, la existencia de agua congelada en ciertas regiones lunares dispara algunas preguntas fundamentales: ¿de dónde salió, y cómo sigue allí? La Luna no sólo es un lugar seco, inhóspito y carente de atmósfera. También es infernalmente cálida de día (mas de 100 grados de temperatura), e insoportablemente fría de noche (100 grados bajo cero). Sin presión atmosférica y con temperaturas tan altas, el agua líquida es directamente imposible. Lo mismo vale para el hielo, pero con algunas raras excepciones: hay lugares de la Luna donde la oscuridad es eterna, donde nunca llega el más tímido rayo de luz, y donde el frío es pavorosamente constante. Esos lugares son ciertos cráteres ubicados cerca de los polos. Y es precisamente en esos sitios, donde la nave que hoy pasará a mejor vida ha detectado las posibles huellas digitales del agua congelada.

Queda pendiente la pregunta del origen. Y bien, es casi seguro que la fuente de todo ese hielo lunar, todavía hipotético, hayan sido los cometas. Hace miles de millones de años, en la infancia del Sistema Solar, estos frágiles cuerpos de roca y hielo deambulaban descontroladamente por la vecindad planetaria, estrellándose continuamente contra planetas y lunas, aportándoles generosas cantidades de agua. La Luna no habría sido la excepción. Y los reservorios ocultos de hielo que hoy quedan en sus polos serían, ni más ni menos, que los restos de aquellos cometas.

El corazón de la Luna

Es hora de volver al Lunar Prospector. El asunto del posible hielo lunar hizo tanto ruido, que eclipsó otros valiosos logros de la nave. Entre ellos, sus detalladas mediciones gravitacionales que, hace unos meses, condujeron a una precisa estimación del tamaño del núcleo de la Luna. Los datos del Prospector sugieren que se trataría de una esfera de hierro de alrededor de 700 kilómetros de diámetro (el diámetro de la Luna es de 3476 km). Y que su masa sería de apenas el 2 por ciento de la masa lunar total. Muy poco teniendo en cuenta que el núcleo de la Tierra contiene nada menos que el 30 por ciento de su masa. Todo esto no hace más que reforzar la hipótesis que dice que hace 4500 millones de años, un cuerpo tan grande como Marte (o aún mas), chocó contra la Tierra, provocando una nube de escombros que salieron disparados hacia el espacio. Esos escombros, que por provenir del manto terrestre eran muy pobres en hierro, habrían formado a nuestro satélite. De ahí, la relativa pequeñez de su núcleo de hierro. Pero hay más: el legado del Prospector incluye detallados mapeados topográficos, la detección de una amplia variedad de elementos químicos (como el torio, el potasio, el aluminio y el silicio), y la medición del campo magnético de la Luna. De todos modos, lo más probable es que esta sonda espacial pase a la historia por lo que suceda justamente hoy.

Un impacto calculado

Y si, hoy, después de 18 meses de tareas, el pequeño Prospector terminará sus días como un verdadero kamikaze: realizará un espectacular clavado de despedida contra la superficie de la Luna. Pero no en cualquier parte: los controladores de la misión dirigirán su trayectoria para que la nave se estrelle contra un oscuro y anónimo cráter de 50 kilómetros de diámetro, ubicado cerca del polo sur lunar. No se trata de una simple prueba de puntería. En realidad, los científicos de la NASA han elegido cuidadosamente ese blanco por una razón muy sencilla: este cráter es una de las zonas de la Luna donde el Prospector detectó los posibles indicios del agua congelada. ¿Y con eso qué?, uno podría preguntarse. Hay que tener en cuenta que hoy el Prospector se convertirá en un bólido que chocará contra la Luna a una velocidad de casi 5000 km/hora. Y si en el lugar elegido hay hielo, la colisión generará una considerable nube de vapor de agua. La cuestión es que esa nube de vapor, si realmente se produce, podrá ser observada: los atentos ojos del Telescopio Espacial Hubble estarán clavados en la zona de impacto para detectar cualquier signo de agua en el momento crucial. Entonces, ya no se trataría de evidencias indirectas, sino de pruebas pesadas, bien concretas. Así, el último acto del Prospector daría lugar a una sensacional demostración de la existencia de agua en la Luna.

Implicancias

Más allá de develar la apasionante incógnita científica, lo que hoy suceda podría tener importantes implicancias futuras. La existencia de hielo en las regiones polares de la Luna allanaría el camino de futuras misiones tripuladas e, incluso, facilitaría enormemente la instalación de bases lunares permanentes. No es lo mismo tener que llevar el agua a la Luna, que sacarla de allí. Desde el punto de vista económico y práctico, la diferencia entre una y otra posibilidad es abismal. Incluso, los astronautas podrían separar el oxígeno del agua no sólo para respirarlo, sino también para utilizarlo como combustible de naves y cohetes. Sin embargo, todo este escenario es bastante lejano, y permanece en el terreno de la ciencia ficción. Ahora, en lo inmediato, sólo resta esperar los resultados de la heroica zambullida final del kamikaze lunar.

vigilar y optimizar

ro si hay sesenta ciudades, hoy en día resolverlo en forma exacta es imposible, porque requiere analizar todas las posibles combinaciones y hay que analizarla todas, y es un número espeluznante.

–Cuánto, más o menos.

–Más o menos 832. 098. 711. 274. 100. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000 recorridos posibles.

–Y, sí, parece bastante.

–Y lo es. Ahora, piense que la cantidad de segundos que transcurrió desde que empezó el universo, hace quince mil millones de años es 157.680.000.000.000.000.

–Bastante menos.

–Muchísimo menos. Y ahora imagínese una computadora que examina mil millones de combinaciones por segundo. Si la computadora hubiera estado trabajando desde que empezó el universo, todavía no habría terminado, en realidad se puede decir que todavía no habría empezado, no habría revisado ni siquiera un millonésimo de millonésimo por ciento de todos los itinerarios posibles.

–Bueno, entiendo que haya que usar métodos aproximados. Con esas cifras...

– Y no es un problema puramente teórico, porque por ejemplo, en los Estados Unidos cuando se organizan campeonatos nacionales de fútbol americano, y un conjunto de equipos tiene que recorrer cien ciudades, las consultoras que organizan esos campeonatos cobran millones. O el camión de la basura, o el camión de gaseosas que tiene que pasar por 40 almacenes.

–Bueno, pero una distribuidora no va a poner a una computadora a trabajar desde el principio del universo para diseñar el recorrido del distribuidor de gaseosas.

–Naturalmente no, pero un buen diseño a la empresa puede costarle diez veces más o diez veces menos. Ahora imagínese a nivel industrial, cuando un brazo mecánico tiene que armar un chip, y perforar en 50 lugares, el tiempo que tarda depende de cuánta distancia recorre el brazo y para fabricar el chip más barato hay que encontrar el mejor recorrido.

El viajante de comercio "on line"

–Ese es el problema del viajante de comercio clásico. La solución óptima en la práctica no la encuentra, se buscan soluciones cercanas, pero a ojo no se pueden encontrar.

–A mí me pasa que si tengo que ir a cuatro lados y el recorrido no sale de repente a ojo, me lleva un tiempo enorme saber cómo organizar ....

–Le decía que ésa es la versión clásica, a la mañana tiene los 50 lugares, planifica el mejor recorrido como puede, y empieza. Pero la cuestión es qué pasa si uno tiene que empezar a trabajar sin saber todos los lugares a dónde va a tener que ir. Por ejemplo, el camión de una empresa de correos, que anda de recorrida, pero tiene un celular y de repente los llaman y les dicen "tenés que ir también a este lugar". Y entonces, toda la planificación se puede ir al diablo con un llamado y todo se desarma y se termina haciendo un recorrido extra porque al empezar no se tenían los datos completos. Fíjese que ahí hay algo nuevo: por más que uno tenga poder absoluto, poder infinito de cómputo, acá hay una dificultad nueva que es tomar decisiones sin conocer completamente los datos: ¿cómo puedo elegir el mejor recorrido, si en realidad ni siquiera sé a dónde voy a tener que ir?

Astronomía: hoy una nave se estrellará contra la Luna

El kamikaze lunar en busca de agua

Por Mariano Ribas

Hay finales y finales. Y el que le espera al pobre Lunar Prospector no es de los mejores: hoy, la pequeña nave de 160 kilos terminará sus días estrellándose contra un oscuro cráter, cercano al polo sur de la Luna. Lo que a primera vista parecería un alocado acto suicida, no es tal cosa. En realidad, todo está perfectamente programado por los científicos de la NASA, que esperan que la última –y más espectacular– misión de la sonda, confirme de una vez por todas lo que muchos sospechan: la existencia de millones y millones de toneladas de hielo (agua) en las regiones polares del satélite donde, hace treinta años, el hombre hizo su primera experiencia extraplanetaria.

Un inspector lunar

La vida del Lunar Prospector ("Inspector Lunar") ha sido corta, pero muy intensa. El 6 de enero de 1998, la nave fue lanzada al espacio por un cohete de la NASA, y cinco días más tarde comenzó su tarea. Dando una vuelta alrededor de la Luna cada dos horas, y siempre pasando por encima de los polos (órbita polar), la sonda comenzó un completo relevamiento geológico de la superficie lunar, desde una altura de apenas 100 kilómetros.

Y al poco tiempo, el pequeño inspector –un poco más grande que un lavarropas– dio que hablar: a principios de marzo del año pasado, uno de sus instrumentos (el espectrómetro de neutrones) detectó posibles señales de agua congelada en ambas regiones polares. Inmediatamente, la noticia dio la vuelta al mundo. Pero no sorprendió tanto a los astrónomos, porque cuatro años antes, la sonda espacial Clementine había detectado algo parecido, aunque de modo bastante confuso. El Lunar Prospector, que recién comenzaba su misión, estaba mucho mejor equipado que su predecesora. Y encima, volaba cuatro veces más cerca de la superficie selenita.

Hoy, mientras usted lee esto, la pequeña nave de 160 kilos Lunar Prospector se está estrellando en la Luna a la modesta velocidad de 5000 km/h para comprobar algo que se estuvo barajando durante mucho tiempo: la existencia de agua en la luna. El resultado de este experimento triste para el Lunar Prospector, quien morirá en el intento, puede tener alegres consecuencias en el desarrollo venidero de la ciencia y la aventura interplanetaria.

¿Cuánta agua?

Sin embargo, la navecita no había detectado el hielo lunar en forma directa: en realidad, su espectrómetro registró la presencia de grandes cantidades de hidrógeno en ambas regiones polares. De todos modos, la mejor explicación para todo ese hidrógeno era la presencia de agua vivita y coleando, aunque congelada. Pero... ¿cuánta agua congelada? Las primeras estimaciones de los científicos eran bastante imprecisas: desde 10 millones de toneladas de hielo, hasta 300 millones, sumando ambas zonas. Pocos meses más tarde, cuando el Lunar Prospector "bajó" su órbita a unas pocas decenas de kilómetros por sobre la superficie, los datos comenzaron a afinarse. Incluso, pudo medirse con cierta precisión la extensión de los territorios helados: en el Polo Sur, el hielo se encontraría en un área de 5 a 20 mil kilómetros cuadrados. Y en el Polo Norte, estaría desparramado en un área de entre 10 y 50 mil kilómetros cuadrados. Todo ese hielo, que estaría apenas enterrado en el suelo lunar, sumaría no cientos, sino miles de millones de toneladas. Y su origen y permanencia en la Luna son un capítulo aparte.

Cráteres oscuros y cometas

Efectivamente, la existencia de agua congelada en ciertas regiones lunares dispara algunas preguntas fundamentales: ¿de dónde salió, y cómo sigue allí? La Luna no sólo es un lugar seco, inhóspito y carente de atmósfera. También es infernalmente cálida de día (mas de 100 grados de temperatura), e insoportablemente fría de noche (100 grados bajo cero). Sin presión atmosférica y con temperaturas tan altas, el agua líquida es directamente imposible. Lo mismo vale para el hielo, pero con algunas raras excepciones: hay lugares de la Luna donde la oscuridad es eterna, donde nunca llega el más tímido rayo de luz, y donde el frío es pavorosamente constante. Esos lugares son ciertos cráteres ubicados cerca de los polos. Y es precisamente en esos sitios, donde la nave que hoy pasará a mejor vida ha detectado las posibles huellas digitales del agua congelada.

Queda pendiente la pregunta del origen. Y bien, es casi seguro que la fuente de todo ese hielo lunar, todavía hipotético, hayan sido los cometas. Hace miles de millones de años, en la infancia del Sistema Solar, estos frágiles cuerpos de roca y hielo deambulaban descontroladamente por la vecindad planetaria, estrellándose continuamente contra planetas y lunas, aportándoles generosas cantidades de agua. La Luna no habría sido la excepción. Y los reservorios ocultos de hielo que hoy quedan en sus polos serían, ni más ni menos, que los restos de aquellos cometas.

El corazón de la Luna

Es hora de volver al Lunar Prospector. El asunto del posible hielo lunar hizo tanto ruido, que eclipsó otros valiosos logros de la nave. Entre ellos, sus detalladas mediciones gravitacionales que, hace unos meses, condujeron a una precisa estimación del tamaño del núcleo de la Luna. Los datos del Prospector sugieren que se trataría de una esfera de hierro de alrededor de 700 kilómetros de diámetro (el diámetro de la Luna es de 3476 km). Y que su masa sería de apenas el 2 por ciento de la masa lunar total. Muy poco teniendo en cuenta que el núcleo de la Tierra contiene nada menos que el 30 por ciento de su masa. Todo esto no hace más que reforzar la hipótesis que dice que hace 4500 millones de años, un cuerpo tan grande como Marte (o aún mas), chocó contra la Tierra, provocando una nube de escombros que salieron disparados hacia el espacio. Esos escombros, que por provenir del manto terrestre eran muy pobres en hierro, habrían formado a nuestro satélite. De ahí, la relativa pequeñez de su núcleo de hierro. Pero hay más: el legado del Prospector incluye detallados mapeados topográficos, la detección de una amplia variedad de elementos químicos (como el torio, el potasio, el aluminio y el silicio), y la medición del campo magnético de la Luna. De todos modos, lo más probable es que esta sonda espacial pase a la historia por lo que suceda justamente hoy.

Un impacto calculado

Y si, hoy, después de 18 meses de tareas, el pequeño Prospector terminará sus días como un verdadero kamikaze: realizará un espectacular clavado de despedida contra la superficie de la Luna. Pero no en cualquier parte: los controladores de la misión dirigirán su trayectoria para que la nave se estrelle contra un oscuro y anónimo cráter de 50 kilómetros de diámetro, ubicado cerca del polo sur lunar. No se trata de una simple prueba de puntería. En realidad, los científicos de la NASA han elegido cuidadosamente ese blanco por una razón muy sencilla: este cráter es una de las zonas de la Luna donde el Prospector detectó los posibles indicios del agua congelada. ¿Y con eso qué?, uno podría preguntarse. Hay que tener en cuenta que hoy el Prospector se convertirá en un bólido que chocará contra la Luna a una velocidad de casi 5000 km/hora. Y si en el lugar elegido hay hielo, la colisión generará una considerable nube de vapor de agua. La cuestión es que esa nube de vapor, si realmente se produce, podrá ser observada: los atentos ojos del Telescopio Espacial Hubble estarán clavados en la zona de impacto para detectar cualquier signo de agua en el momento crucial. Entonces, ya no se trataría de evidencias indirectas, sino de pruebas pesadas, bien concretas. Así, el último acto del Prospector daría lugar a una sensacional demostración de la existencia de agua en la Luna.

Implicancias

Más allá de develar la apasionante incógnita científica, lo que hoy suceda podría tener importantes implicancias futuras. La existencia de hielo en las regiones polares de la Luna allanaría el camino de futuras misiones tripuladas e, incluso, facilitaría enormemente la instalación de bases lunares permanentes. No es lo mismo tener que llevar el agua a la Luna, que sacarla de allí. Desde el punto de vista económico y práctico, la diferencia entre una y otra posibilidad es abismal. Incluso, los astronautas podrían separar el oxígeno del agua no sólo para respirarlo, sino también para utilizarlo como combustible de naves y cohetes. Sin embargo, todo este escenario es bastante lejano, y permanece en el terreno de la ciencia ficción. Ahora, en lo inmediato, sólo resta esperar los resultados de la heroica zambullida final del kamikaze lunar.

vigilar y optimizar

ro si hay sesenta ciudades, hoy en día resolverlo en forma exacta es imposible, porque requiere analizar todas las posibles combinaciones y hay que analizarla todas, y es un número espeluznante.

–Cuánto, más o menos.

–Más o menos 832. 098. 711. 274. 100. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000. 000 recorridos posibles.

–Y, sí, parece bastante.

–Y lo es. Ahora, piense que la cantidad de segundos que transcurrió desde que empezó el universo, hace quince mil millones de años es 157.680.000.000.000.000.

–Bastante menos.

–Muchísimo menos. Y ahora imagínese una computadora que examina mil millones de combinaciones por segundo. Si la computadora hubiera estado trabajando desde que empezó el universo, todavía no habría terminado, en realidad se puede decir que todavía no habría empezado, no habría revisado ni siquiera un millonésimo de millonésimo por ciento de todos los itinerarios posibles.

–Bueno, entiendo que haya que usar métodos aproximados. Con esas cifras...

– Y no es un problema puramente teórico, porque por ejemplo, en los Estados Unidos cuando se organizan campeonatos nacionales de fútbol americano, y un conjunto de equipos tiene que recorrer cien ciudades, las consultoras que organizan esos campeonatos cobran millones. O el camión de la basura, o el camión de gaseosas que tiene que pasar por 40 almacenes.

–Bueno, pero una distribuidora no va a poner a una computadora a trabajar desde el principio del universo para diseñar el recorrido del distribuidor de gaseosas.

–Naturalmente no, pero un buen diseño a la empresa puede costarle diez veces más o diez veces menos. Ahora imagínese a nivel industrial, cuando un brazo mecánico tiene que armar un chip, y perforar en 50 lugares, el tiempo que tarda depende de cuánta distancia recorre el brazo y para fabricar el chip más barato hay que encontrar el mejor recorrido.

El viajante de comercio "on line"

–Ese es el problema del viajante de comercio clásico. La solución óptima en la práctica no la encuentra, se buscan soluciones cercanas, pero a ojo no se pueden encontrar.

–A mí me pasa que si tengo que ir a cuatro lados y el recorrido no sale de repente a ojo, me lleva un tiempo enorme saber cómo organizar ....

–Le decía que ésa es la versión clásica, a la mañana tiene los 50 lugares, planifica el mejor recorrido como puede, y empieza. Pero la cuestión es qué pasa si uno tiene que empezar a trabajar sin saber todos los lugares a dónde va a tener que ir. Por ejemplo, el camión de una empresa de correos, que anda de recorrida, pero tiene un celular y de repente los llaman y les dicen "tenés que ir también a este lugar". Y entonces, toda la planificación se puede ir al diablo con un llamado y todo se desarma y se termina haciendo un recorrido extra porque al empezar no se tenían los datos completos. Fíjese que ahí hay algo nuevo: por más que uno tenga poder absoluto, poder infinito de cómputo, acá hay una dificultad nueva que es tomar decisiones sin conocer completamente los datos: ¿cómo puedo elegir el mejor recorrido, si en realidad ni siquiera sé a dónde voy a tener que ir?

–¿Y entonces?

–Entonces, ahí tiene al viajante en tiempo real, o "on line" y hay distintas formas, y hay que diseñar algoritmos y utilizar estrategias que traten de trabajar en forma equilibrada preparándose para cualquier cosa que pueda pasar y que nada las sorprenda. Eso se llama análisis de competitividad y tiene relación con teoría de la decisión y de juegos.

–¿Y qué se hace?

–Lo que se hace es evaluar la bondad de una estrategia comparándola con lo mejor que se hubiera podido hacer si se hubieran conocido los datos de antemano. En el caso del camión, ¿cuándo se puede decir que la estrategia que usó es buena?. Cuando la estrategia que siguió no le dio ni la pudo dar un resultado mucho peor que si se hubieran conocido al principio todos los datos que le dieron mientras estaba repartiendo. Hay otras estrategias, como pedir que en promedio funcione bien, lo cual también tiene sus dificultades. En los problemas "on line" la dificultad es tomar decisiones sin conocer todos los datos ni el futuro.

–Eso es la vida, me parece.

–Y, sí. Entonces, ¿qué es una buena estrategia? Una estrategia que garantice que... es decir, bueno, yo garantizo que si lo hago de esta manera, aseguro que pase lo que pase, aunque uno no consiga lo mejor, nunca va a bajar de, digamos, de la mitad. Es decir, aunque venga un diablito a tratar de joderte la vida esta estrategia garantiza que no te va poder hacer demasiado daño.

Un puente

–Fíjese que aun conociendo todos los datos, también es difícil tomar decisiones óptimas computacionalmente. Imagínese con datos incompletos: si, volviendo a nuestro camión, uno muchas veces ni siquiera sabe la distancia, por no hablar del tráfico. Esos son modelos más complicados, y hay modelos y problemas en los cuales uno va descubriendo los datos sobre la marcha.

–¿Por ejemplo?

–Hay un montón de posibles problemas. Un robot que tiene que cruzar un río...

–¿Cruzan los ríos los robots?

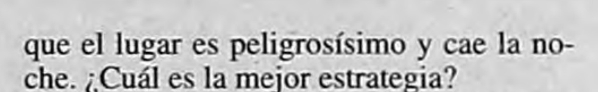
–Un robot que está en Marte...

–En Marte no hay agua... que yo sepa...

–Decía. Un robot tranquilamente puede tener que cruzar un río, y sabe que hay un puente pero no sabe dónde está el puente.

–Y explora.

–Pero ¿cómo explora? Un robot o usted. Tiene que cruzar un río y sabe que hay un puente, pero no sabe dónde está. ¿Qué hace? ¿Va para la derecha o para la izquierda? Y fíjese que tiene que tratar de acertar, porque para usted el tiempo es precioso, ya que el lugar es peligrosísimo y cae la noche. ¿Cuál es la mejor estrategia?



–Si decido ir a la derecha o a la izquierda, corro el riesgo de salvarme o de perderlo todo.

–Efectivamente. Si eligió una dirección, y se equivocó, sonó. Por eso, una estrategia razonable es ir en zigzag. Recorre unos metros a la derecha y luego vuelve sobre sus pasos y hace unos metros a la izquierda, luego a la derecha, ampliando el recorrido, y así, tarde o temprano va a encontrar el puente, esté donde esté.

–Bueno, pero ahí está el asunto. Voy primero para la derecha... ¿pero cuándo me detengo y empiezo a ir para el otro lado?

–Ese es el asunto. ¿Cuál es la mejor estrategia, cuál es la mejor forma, cuánto para cada lado? Se puede demostrar que hay que recorrer un metro a la derecha, dos a la izquierda, cuatro a la derecha, ocho a la izquierda, 16 y así siguiendo una secuencia exponencial. Esa es la mejor estrategia. 8, 16, 32 exponencial... eso es lo mejor.

–Lo haré la próxima vez que tenga que cruzar un río.

–Con esa estrategia usted nunca va a tener que caminar más que nueve veces la distancia al puente, esté donde esté el puente. Ninguna otra estrategia garantiza algo mejor.

–Está la suerte.

–Sí, claro, pero la suerte no garantiza nada.

Paginación

–Le conté este problema del puente para darle un ejemplo de la importancia que tiene encontrar una estrategia correcta, o de optimizar la estrategia. Estos problemas de optimización de estrategias se plantean también en el control de una computadora, por ejemplo el problema de paginación, de manejar una memoria "cache" en una computadora.

–¿Qué es la memoria cache?

–Es una memoria más rápida que la RAM, pero más chica. Cuando uno accede, accede a la cache, porque es hasta un millón de veces más rápida que la RAM, y a su vez acceder a la RAM es un millón de veces más rápido que hacerlo al disco rígido. Cada vez que se lee del disco rígido, en realidad uno trae un pedazo de disco a la memoria, y en algún momento lo vuelve a copiar en el disco, y el problema de administrar esa memoria más rápida es un problema del tipo de lo que estuvimos hablando. ¿Cuándo lo vuelvo a guardar en el disco? ¿Cómo sé lo próximo que voy a necesitar? Lo mismo pasa en la memoria cache de los servidores de Internet. Los servidores de Internet manejan caches para todos sus usuarios, guardan algunas páginas para que no haya que volver a buscarlas, pero no le preguntan al usuario. ¿Y qué es lo que me conviene? Me conviene mantener lo próximo que me van a pedir, pero yo no sé qué es lo próximo que me van a pedir... Y ¿quién decide qué páginas almacenar y qué no? ¿Cuál es una buena estrategia para almacenar cosas? Y no hay una persona mirando, es una computadora que decide: esto me lo piden mucho y lo guardo, esto me lo pidieron hace poco y lo guardo. Lo cual significa que hay un algoritmo y una estrategia para elegir qué se guarda y qué no se guarda. Hay estrategias malas y hay mejores y hay manera de compararlas, y mejorarlas. Mi tesis de doctorado tuvo que ver con problemas de paginación en Internet.

–¿Y ahora?

–Ahora, concretamente estoy trabajando en variantes del problema del viajante, más de taxis que del viajante, porque los pedidos no son "pasá por acá" sino "llevá una cosa de aquí para allá". O problemas de ascensores, qué ascensor va ante numerosos pedidos que además se van renovando a medida que se van sirviendo otros.

Optimización salarial

–¿Y cómo es el trabajo de un investigador? ¿Cuánto gana un investigador?

–Bueno, el trabajo de un investigador es dar clase aquí y...

–¿Cuánto gana?

–Yo aquí en la Facultad gano 370 pesos.

– ...

–No, no, no ponga 370, porque están los incentivos, con los incentivos es más.

–¿Cuánto más?

–Doscientos pesos más.

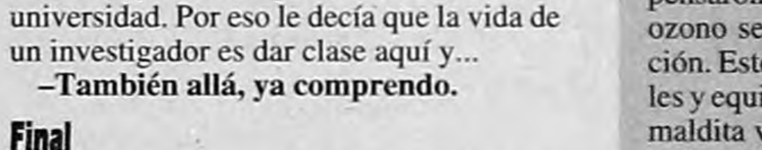
– ...

–Pero es que no soy full–time. Si lo fuera, llegaría a algo más de mil.

–Ya veo... No es un salario óptimo.

–Trabajo en otra parte, además, en otra universidad. Por eso le decía que la vida de un investigador es dar clase aquí y...

–También allá, ya comprendo.



Final

–Me recibí en la ESLAI que era un instituto de excelencia que funcionó durante 5 años y que cerró poco después del cambio del '89 y después me fui a Roma donde me doctoré en La Sapienza sobre problemas de paginación on line y después volví en el '95 y conseguí un trabajo que me permitiera vivir... .

–¿Y cómo ve las cosas ahora?

–El principal problema son los sueldos, lejos.

–¿Y las bibliotecas?

–Las bibliotecas no están actualizadas, uno podría reconstruir la historia del país, un agujero de tal año a tal año... todo es espasmódico... de repente te dicen FOMEC y de repente, se toman decisiones subóptimas por el contexto... La torta que hay es tan chica, todo es tan complicado...

–Está descontento.

–Sí.

–...

–Curiosamente, nuestros graduados, los de Exactas, siguen siendo buenos, y consiguen buenos trabajos, con sueldos iniciales altos. Este es uno de los lugares donde los egresados consiguen trabajo por 1500 pesos, por lo cual, dicho sea de paso, es difícil retenerlos para la investigación en la Facultad. La verdad es que a nivel graduados estamos mejor de lo que permitiría suponer todo esto. Pero creo que no se puede seguir así, y que si no hay un cambio fuerte en la inversión para la universidad, por más buena voluntad que se ponga... El sistema de salud funciona porque hay médicos que trabajan por cinco pesos la hora y acá, porque hay investigadores que trabajan por 350.

Novedades en Ciencia

Un monstruo del pasado



NewScientist ¿Se imagina un especie de ciempiés de más de dos metros de largo? Bueno, parece que algo así existió hace unos 300 millones de años. El anuncio viene de un grupo de paleontólogos, que acaba de descubrir unos extraños restos fósiles cerca de Jena, al este de Alemania. En realidad, sólo encontraron un pedazo de la criatura original, pero teniendo en cuenta las proporciones corporales de otras especies de artrópodos, pudieron calcular su tamaño: "como sólo hay restos, tuvimos que extrapolar sus dimensiones", dice Jorg Schneider, un paleontólogo de la Universidad de Freidberg. Y bien, parece que el monstruo habría medido 2,3 metros de largo y 50 centímetros de ancho, lo que lo convierte en el artrópodo más grande que haya existido sobre la Tierra. Según Schneider, es probable que estos enormes invertebrados hayan vivido en zonas pantanosas, y que se hayan alimentado de anfibios y otros pequeños animales. Los motivos de su extinción no están claros, pero el desecado de sus hábitats, y el desarrollo de los reptiles (que no sólo habrían competido con ellos por sus presas, sino que también podrían haberlos convertido en sus propias víctimas) parecen ser las causas más probables.

¿Más calor, menos ozono?

Discover Cuando hace unos años, la mayoría de los países decidieron eliminar gradualmente la producción de los clorofluorcarbonos (CFC), muchos pensaron que el problema de la capa de ozono se encaminaba hacia una solución. Estos gases, utilizados en aerosoles y equipos de refrigeración, tienen la maldita virtud de subir a la atmósfera, y destruir las delicadas moléculas de ozono. Por eso, la eliminación masiva de los CFC trajo cierto alivio. Sin embargo, la cosa no es tan sencilla: estos compuestos tienen una larga vida, por lo que el daño a la capa de ozono continúa, y continuará durante años. Pero además, acaba de descubrirse que el calentamiento global, generado por la excesiva emisión de los gases de efecto invernadero (el dióxido de carbono, principalmente) podría agravar la situación. Los gases de efecto invernadero atrapan el calor solar cerca de la superficie (provocando el famoso calentamiento), pero impiden que llegue a las zonas más altas de la atmósfera, donde está la capa de ozono. El problema es que las bajas temperaturas fomentan las reacciones químicas que destruyen al ozono. Con este marco de referencia, un equipo de investigadores norteamericanos –del Goddard Institute for Space Studies– llevaron a cabo complejas simulaciones por computadora, teniendo en cuenta distintas variables atmosféricas. Según estos modelos, el calentamiento global estaría llevando aire más frío sobre las regiones polares. Por eso, Drew Shindell y sus colegas estiman que el enorme "agujero de ozono" que existe sobre la Antártida, será aún más grande dentro de unos años. Y que uno similar se formaría sobre el Artico. Los mismos investigadores esperan una recuperación de la capa de ozono recién a partir del 2020, cuando los CFC se hayan disipado totalmente.

–¿Y entonces?

–Entonces, ahí tiene al viajante en tiem- real, o "on line" y hay distintas formas, hay que diseñar algoritmos y utilizar es-tegias que traten de trabajar en forma uilibrada preparándose para cualquier co- que pueda pasar y que nada las sorpren-. Eso se llama análisis de competitividad tiene relación con teoría de la decisión y juegos.

–¿Y qué se hace?

–Lo que se hace es evaluar la bondad de a estrategia comparándola con lo mejor e se hubiera podido hacer si se hubieran nocido los datos de antemano. En el ca- del camión, ¿cuándo se puede decir que estrategia que usó es buena?. Cuando la trategia que siguió no le dio ni la pudo dar resultado mucho peor que si se hubieran nocido al principio todos los datos que le eron mientras estaba repartiendo. Hay ras estrategias, como pedir que en prome-o funcione bien, lo cual también tiene sus ficultades. En los problemas "on line" la ficultad es tomar decisiones sin conocer dos los datos ni el futuro.

–Eso es la vida, me parece.

–Y, sí. Entonces, ¿qué es una buena es-ategia? Una estrategia que garantice que... decir, bueno, yo garantizo que si lo hago e esta manera, aseguro que pase lo que pa-, aunque uno no consiga lo mejor, nunca a a bajar de, digamos, de la mitad. Es de-r, aunque venga un diablito a tratar de jo-erte la vida esta estrategia garantiza que no va poder hacer demasiado daño.

n puente

–Fíjese que aun conociendo todos los da-s, también es difícil tomar decisiones óp-mas computacionalmente. Imagínese con atos incompletos: si, volviendo a nuestro amión, uno muchas veces ni siquiera sabe distancia, por no hablar del tráfico. Esos on modelos más complicados, y hay mo-elos y problemas en los cuales uno va des-ubriendo los datos sobre la marcha.

–¿Por ejemplo?

–Hay un montón de posibles problemas. Un robot que tiene que cruzar un río...

–¿Cruzan los ríos los robots?

–Un robot que está en Marte...

–En Marte no hay agua... que yo sepa...

–Decía. Un robot tranquilamente puede ener que cruzar un río, y sabe que hay un uente pero no sabe dónde está el puente.

–Y explora.

–Pero ¿cómo explora? Un robot o usted. Tiene que cruzar un río y sabe que hay un puente, pero no sabe dónde está. ¿Qué ha-e? ¿Va para la derecha o para la izquier-da? Y fíjese que tiene que tratar de acertar, porque para usted el tiempo es precioso, ya que el lugar es peligrosísimo y cae la no-che. ¿Cuál es la mejor estrategia?





–Si decido ir a la derecha o a la izquierda, corro el riesgo de salvarme o de perderlo todo.

–Efectivamente. Si eligió una dirección, y se equivocó, sonó. Por eso, una estrategia razonable es ir en zigzag. Recorre unos metros a la derecha y luego vuelve sobre sus pasos y hace unos metros a la izquierda, luego a la derecha, ampliando el recorrido, y así, tarde o temprano va a encontrar el puente, esté donde esté.

–Bueno, pero ahí está el asunto. Voy primero para la derecha... ¿pero cuándo me detengo y empiezo a ir para el otro lado?

–Ese es el asunto. ¿Cuál es la mejor estrategia, cuál es la mejor forma, cuánto para cada lado? Se puede demostrar que hay que recorrer un metro a la derecha, dos a la izquierda, cuatro a la derecha, ocho a la izquierda, 16 y así siguiendo una secuencia exponencial. Esa es la mejor estrategia. 8, 16, 32 exponencial... eso es lo mejor.

–Lo haré la próxima vez que tenga que cruzar un río.

–Con esa estrategia usted nunca va a tener que caminar más que nueve veces la distancia al puente, esté donde esté el puente. Ninguna otra estrategia garantiza algo mejor.

–Está la suerte.

–Sí, claro, pero la suerte no garantiza nada.

Paginación

–Le conté este problema del puente para darle un ejemplo de la importancia que tiene encontrar una estrategia correcta, o de optimizar la estrategia. Estos problemas de optimización de estrategias se plantean también en el control de una computadora, por ejemplo el problema de paginación, de manejar una memoria "cache" en una computadora.

–¿Qué es la memoria cache?

–Es una memoria más rápida que la RAM, pero más chica. Cuando uno accede, accede a la cache, porque es hasta un millón de veces más rápida que la RAM, y a su vez acceder a la RAM es un millón de veces más rápido que hacerlo al disco rígido. Cada vez que se lee del disco rígido, en realidad uno trae un pedazo de disco a la memoria, y en algún momento lo vuelve a copiar en el disco, y el problema de administrar esa memoria más rápida es un problema del tipo de lo que estuvimos hablando. ¿Cuándo lo vuelvo a guardar en el disco? ¿Cómo sé lo próximo que voy a necesitar? Lo mismo pasa en la memoria cache de los servidores de Internet. Los servidores de Internet manejan caches para todos sus usuarios, guardan algunas páginas para que no haya que volver a buscarlas, pero no le preguntan al usuario. ¿Y qué es lo que me conviene? Me conviene mantener lo próximo que me van a pedir, pero yo no sé qué es lo próximo que me van a pedir... Y ¿quién decide qué páginas almacenar y qué no? ¿Cuál es una buena estrategia para almacenar cosas? Y no hay una persona mirando, es una computadora que decide: esto me lo piden mucho y lo guardo, esto me lo pidieron hace poco y lo guardo. Lo cual significa que hay un algoritmo y una estrategia para elegir qué se guarda y qué no se guarda. Hay estrategias malas y hay mejores y hay manera de compararlas, y mejorarlas. Mi tesis de doctorado tuvo que ver con problemas de paginación en Internet.

–¿Y ahora?

–Ahora, concretamente estoy trabajando en variantes del problema del viajante, más de taxis que del viajante, porque los pedidos no son "pasá por acá" sino "llevá una cosa de aquí para allá". O problemas de ascensores, qué ascensor va ante numerosos pedidos que además se van renovando a medida que se van sirviendo otros.

Optimización salarial

–¿Y cómo es el trabajo de un investigador? ¿Cuánto gana un investigador?

–Bueno, el trabajo de un investigador es dar clase aquí y...

–¿Cuánto gana?

–Yo aquí en la Facultad gano 370 pesos.

–...

–No, no, no ponga 370, porque están los incentivos, con los incentivos es más.

–¿Cuánto más?

–Doscientos pesos más.

–...

–Pero es que no soy full–time. Si lo fuera, llegaría a algo más de mil.

–Ya veo... No es un salario óptimo.

–Trabajo en otra parte, además, en otra universidad. Por eso le decía que la vida de un investigador es dar clase aquí y...

–También allá, ya comprendo.

Final

–Me recibí en la ESLAI que era un instituto de excelencia que funcionó durante 5 años y que cerró poco después del cambio del '89 y después me fui a Roma donde me doctoré en La Sapienza sobre problemas de paginación on line y después volví en el '95 y conseguí un trabajo que me permitiera vivir... .

–¿Y cómo ve las cosas ahora?

–El principal problema son los sueldos, lejos.

–¿Y las bibliotecas?

–Las bibliotecas no están actualizadas, uno podría reconstruir la historia del país, un agujero de tal año a tal año... todo es espasmódico... de repente te dicen FOMEC y de repente, se toman decisiones subóptimas por el contexto... La torta que hay es tan chica, todo es tan complicado...

–Está descontento.

–Sí.

–...

–Curiosamente, nuestros graduados, los de Exactas, siguen siendo buenos, y consiguen buenos trabajos, con sueldos iniciales altos. Este es uno de los lugares donde los egresados consiguen trabajo por 1500 pesos, por lo cual, dicho sea de paso, es difícil retenerlos para la investigación en la Facultad. La verdad es que a nivel graduados estamos mejor de lo que permitiría suponer todo esto. Pero creo que no se puede seguir así, y que si no hay un cambio fuerte en la inversión para la universidad, por más buena voluntad que se ponga... El sistema de salud funciona porque hay médicos que trabajan por cinco pesos la hora y acá, porque hay investigadores que trabajan por 350.

Novedades en Ciencia

Un monstruo del pasado



NewScientist ¿Se imagina un especie de ciempiés de más de dos metros de largo? Bueno, parece que algo así existió hace unos 300 millones de años. El anuncio viene de un grupo de paleontólogos, que acaba de descubrir unos extraños restos fósiles cerca de Jena, al este de Alemania. En realidad, sólo encontraron un pedazo de la criatura original, pero teniendo en cuenta las proporciones corporales de otras especies de artrópodos, pudieron calcular su tamaño: "como sólo hay restos, tuvimos que extrapolar sus dimensiones", dice Jorg Schneider, un paleontólogo de la Universidad de Freidberg. Y bien, parece que el monstruo habría medido 2,3 metros de largo y 50 centímetros de ancho, lo que lo convierte en el artrópodo más grande que haya existido sobre la Tierra. Según Schneider, es probable que estos enormes invertebrados hayan vivido en zonas pantanosas, y que se hayan alimentado de anfibios y otros pequeños animales. Los motivos de su extinción no están claros, pero el desecado de sus hábitats, y el desarrollo de los reptiles (que no sólo habrían competido con ellos por sus presas, sino que también podrían haberlos convertido en sus propias víctimas) parecen ser las causas más probables.

¿Más calor, menos ozono?

Discover Cuando hace unos años, la mayoría de los países decidieron eliminar gradualmente la producción de los clorofluorcarbonos (CFC), muchos pensaron que el problema de la capa de ozono se encaminaba hacia una solución. Estos gases, utilizados en aerosoles y equipos de refrigeración, tienen la maldita virtud de subir a la atmósfera, y destruir las delicadas moléculas de ozono. Por eso, la eliminación masiva de los CFC trajo cierto alivio. Sin embargo, la cosa no es tan sencilla: estos compuestos tienen una larga vida, por lo que el daño a la capa de ozono continúa, y continuará durante años. Pero además, acaba de descubrirse que el calentamiento global, generado por la excesiva emisión de los gases de efecto invernadero (el dióxido de carbono, principalmente) podría agravar la situación. Los gases de efecto invernadero atrapan el calor solar cerca de la superficie (provocando el famoso calentamiento), pero impiden que llegue a las zonas más altas de la atmósfera, donde está la capa de ozono. El problema es que las bajas temperaturas fomentan las reacciones químicas que destruyen al ozono. Con este marco de referencia, un equipo de investigadores norteamericanos –del Goddard Institute for Space Studies– llevaron a cabo complejas simulaciones por computadora, teniendo en cuenta distintas variables atmosféricas. Según estos modelos, el calentamiento global estaría llevando aire más frío sobre las regiones polares. Por eso, Drew Shindell y sus colegas estiman que el enorme "agujero de ozono" que existe sobre la Antártida, será aún más grande dentro de unos años. Y que uno similar se formaría sobre el Artico. Los mismos investigadores esperan una recuperación de la capa de ozono recién a partir del 2020, cuando los CFC se hayan disipado totalmente.

Biología: "asimetrías" en el origen de la vida hace tres mil ochocientos millones de años

Una vida de izquierda

Por Ileana Lotersztain

Uno de los mayores rompecabezas de la ciencia es este asunto de cómo surgió y se desarrolló la vida sobre la Tierra. Desde hace varios siglos, una horda de científicos se devana los sesos tratando de resolver un misterio que tiene ya la friolera de 3800 millones de años. Y aunque las cosas no están del todo claras, con cada nuevo descubrimiento otra pieza encaja en su lugar. Esta vez es el turno de los aminoácidos, la materia prima que compone las proteínas. Estas moléculas pueden adoptar dos formas diferentes, pero en los seres vivos sólo una está presente. Por qué una versión triunfó sobre la otra ha sido siempre un enigma que al fin parece haberse resuelto. Aparentemente, la forma ganadora consiguió imponerse con una ayudita de la luz estelar que bañaba la Tierra cuando la vida se puso en marcha.

Un comienzo incierto

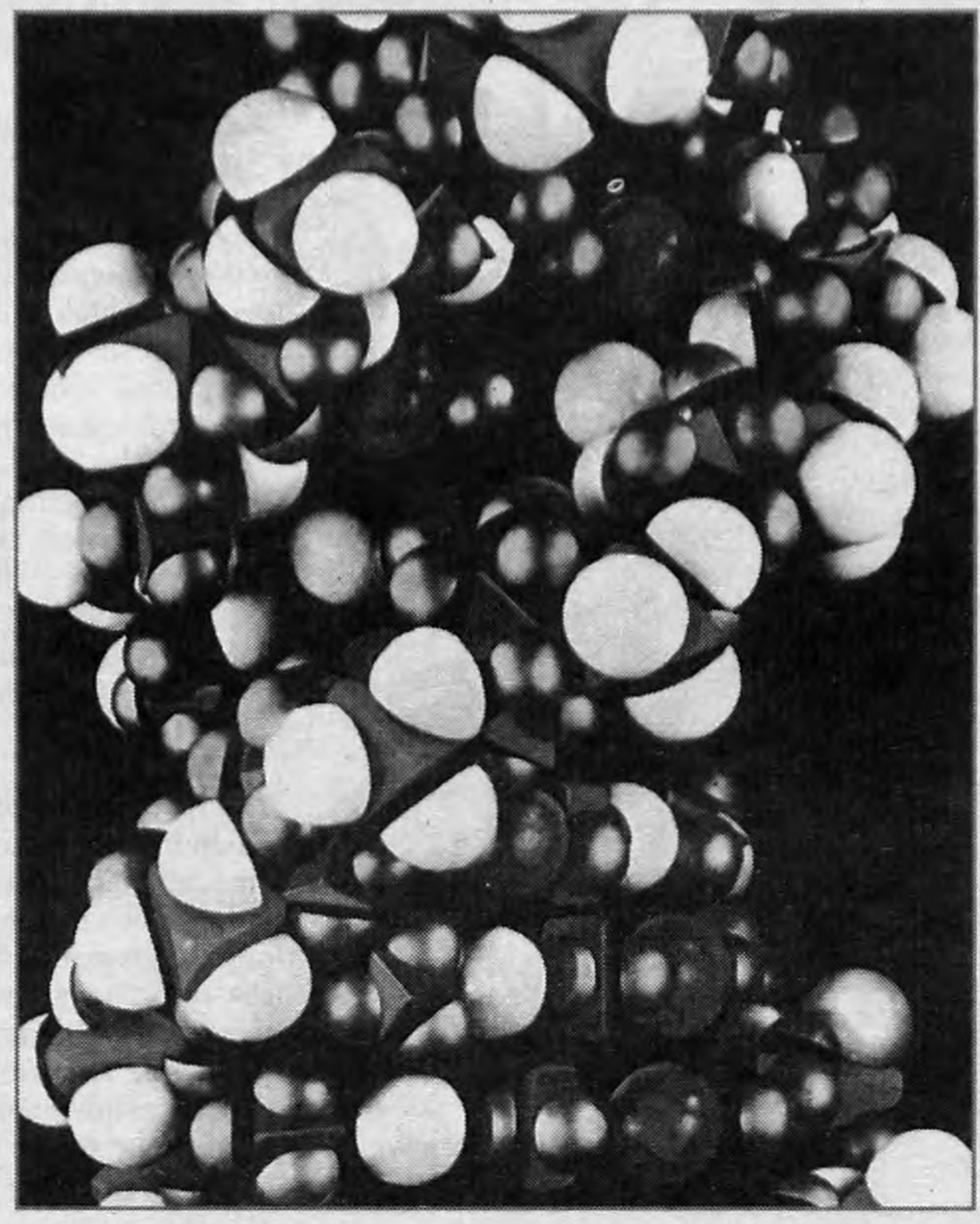
Los científicos no consiguen todavía ponerse de acuerdo acerca de cuál fue la sustancia que dio el puntapié inicial a la vida sobre la Tierra. Pero lo que ya no se discute es que en algún momento las moléculas de la vida primitiva manotearon los aminoácidos que flotaban a su alrededor y dieron forma a las primeras proteínas. A excepción de la glicina, los otros 19 ladrillos básicos con los que se construyen las proteínas vienen en dos versiones diferentes, conocidas como enantiómeros (opuestos, en griego) o isómeros D y L.

Los dos tipos son muy parecidos entre sí, tanto, que uno es la imagen del otro reflejada en un espejo. Ahora bien, esto no quiere decir que sean iguales. Si miramos nuestra mano derecha en un espejo, lucirá exactamente igual que su pareja izquierda, pero a la hora de ponernos un par de guantes podremos comprobar que aunque nuestras manos luzcan idénticas no son intercambiables. Con los enantiómeros pasa exactamente lo mismo. Pero para diferenciarlos no hay que calzarles unas manoplas, sino atravesarlos con un haz de luz polarizada. El isómero D desviará el rayo hacia la derecha, mientras que el L lo inclinará a la izquierda.

Este fenómeno no es exclusivo de los aminoácidos, es moneda corriente en el mundo de la química. Quien descubrió en 1848 la naturaleza dual de las biomoléculas no fue otro que el microbiólogo francés Louis Pasteur, el mismo que diseñaría 40 años más tarde la vacuna contra la rabia.

Las moléculas zurdas

Cuando los investigadores empezaron a estudiar las propiedades de las proteínas encontraron que todos los aminoácidos que las formaban eran únicamente de la forma L. Esto no les llamó para nada la atención, porque para que las cadenas proteicas puedan adoptar las complejas formas tridimensionales que las caracterizan tienen que estar hechas de uno u otro tipo de aminoácidos, pero nunca de ambos a la vez. Ahora, por qué L y no D era la pregunta del millón.



Hace algunos meses, James Hough, decano de la universidad inglesa de Hertfordshire, publicó un trabajo en la revista *Science* donde propone que la millonaria respuesta no viene de la Tierra sino del espacio exterior. Hough y sus colegas postulan que, cuando se formó el sistema solar, la Tierra recibió un baño de luz ultravioleta circularmente polarizada. Este tipo de radiación puede torcer las reacciones químicas y aumentar la producción de un enantiómero a expensas del otro. El grupo inglés tiene una importante evidencia que apoya su teoría. Con la ayuda de un telescopio último modelo, encontraron que en la constelación de Orión el 17 por ciento de la luz reflejada por las nubes de gases que forman las nuevas estrellas está polarizada en forma circular.

Jueguitos de laboratorio

La hipótesis de Hough es interesante, pero sólo permite justificar la existencia de un pequeño desbalance en la cantidad relativa de las dos clases de enantiómeros. Lo que no explica de ninguna manera es por qué la vida se inclinó totalmente hacia la izquierda y usó como materia prima sólo moléculas L. Kenso Soai; un investigador de la Universidad de Ciencia de Tokio realizó un experimento que le sacó a James Hough las papas del fuego.

El japonés cuenta en la revista *New Scientist* que para sus experiencias usó una mezcla de compuestos que contenía un pequeño exceso de uno de los enantiómeros del aminoácido leucina. En este caldo de cultivo, las sustancias reaccionaron entre sí y se formó un nuevo compuesto, el pirimidil alcanol, que conservaba la misma proporción D/L que la leucina original. Lo más interesante es que esta última sustancia impulsó rápidamente la formación de más y más moléculas de su clase, con lo cual el pequeño desbalance se hizo tan grande que el enantiómero que se encontraba en menor proporción se tornó insignificante.

Los alcanoles no son compuestos biológicos, pero Soai está seguro de que su experimento reproduce en cierta manera algo que ocurrió en la Tierra hace miles de millones de años. Juntando las observaciones de Hough con los tubos de Soai, se puede hacer una reconstrucción tentativa de lo que pudo haber pasado en la Tierra primitiva. Los rayos de luz ultravioleta que inundaban el planeta crearon el desbalance inicial entre los enantiómeros, que favoreció a los aminoácidos de tipo L. Después se produjo la amplificación de estos compuestos. Y así, cuando las formas de vida primitiva echaron mano a los aminoácidos que iban a formar las primeras proteínas, por una simple cuestión numérica dieron primero con las moléculas zurdas.

Aunque la teoría de Hough es especulativa, nadie pone en duda que los seres vivos estamos formados por sustancias netamente de izquierda. Seguro que a Karl Marx le hubiera encantado saberlo.

Cartas de lectores

Shaw y Einstein

La anécdota sobre Einstein y Marilyn Monroe enviada por Pablo Heyman es una versión trucha de la muy conocida anécdota idéntica cuyos personajes son George Bernard Shaw y Lady Astor. O el joven Heyman la escuchó en la versión falsa o se la reinventó con personajes que le parecían. De todas maneras, creo que ustedes deberían verificar este tipo de contribuciones antes de imprimirlas. Me parecen mucho más apropiadas las contribuciones originales y no las que empiezan con "cuentan que ...". A propósito, la respuesta del intelectual es totalmente inverosímil del carácter de Einstein, y mucho más acorde con el genio irónico de G.B. Shaw.

Dr. Martín Roubicek
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Univ. Nac. de Mar del Plata.

Respuesta: Agradecemos la contribución; efectivamente la respuesta es más propia de Bernard Shaw que de Einstein y, naturalmente, hubiera sido mejor haberla recibido con los personajes originales. No obstante, este tipo de historias y anécdotas, ya se sabe, circulan, van cambiando y siendo atribuidas a diferentes protagonistas a medida que se cuentan y son contadas. No aspiran a la veracidad de la ciencia sino que están más cerca de la eficacia literaria del chiste. ¿Cómo podrían "verificarse"? Sólo, cuando, por suerte, un lector atento y culto puede, como en este caso, restituir la identidad original de los personajes. Nuevamente, agradecemos y valoramos la observación.

Leonardo Moledo

LIBROS

Exactamente

Número 14
Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires



En el último número de *Exactamente*, se analiza sin demasiado dramatismo el colapso informático augurado para el 2000. Sobre esta versión trasnochada del Apocalipsis, cabalga con cuatro caballos en yunta, un problema de una magnitud específica y una seriedad para tener en cuenta. Aunque no se resuelva prendiéndole velitas a Bill Gates, el problema Y2K tiene soluciones y paliativos. Además de radiografiar la crisis, Susana Gallardo (que en el primer párrafo cede a la tentación apocalíptica) mide sus consecuencias en nuestro país.

En otra nota se discute la jubilación forzada que pendía sobre la cabeza de los profesores mayores de 65 años en la UBA. Al parecer el peligro fue superado, y aprovechando el momento de calma, Enrique Oteiza opina sobre los cómo y los porqué de tal medida. Pablo Jacovkis, decano de Exactas, suma su punto de vista.

Además: un debate en torno al liviano tema de la clonación, entre ovejas, genes, chanchitos y gemelos esclavizados en un futuro incierto; y una entrevista a Alicia Oliveira, la Defensora del Pueblo de la Ciudad de Buenos Aires. *Exactamente* es, exactamente, una excelente revista universitaria.

Un ignorante discurre acerca de la sabiduría-Idiota de sapientia

Nicolás de Cusa
EUdeBA, 109 pags.



A través de la serie "Temas medievales", EUdeBA pone al alcance del público interesado una serie de textos que incluyen estudios de especialistas y versiones bilingües de los autores que transitaron el pensamiento de la Europa que vio caer a Roma y conquistó América. La publicación de *Un ignorante discurre sobre la sabiduría - Idiota de sapientia* de Nicolás de Cusa (1401-1464), en versión bilingüe, latín y español, constituye un material excelente para conocer al autor de primera mano. Los profesores de filosofía Jorge M. Machetta y Claudia D'Amico se encargan de la traducción y de un estudio muy completo que acompaña todo el trabajo de forma tal que cualquiera puede ojear lo que pensaba "El Cusano", un hombre que no sólo participó del entorno de su época a través de sus escritos y obra filosófica en general, sino que también tomó parte activa en política y diplomacia. Digamos como referencia breve sobre la obra, que Nicolas de Cusa pertenece a la tradición platónica y agustiniana. El intercambio de argumentos gira en torno a la búsqueda de la sabiduría, que debe ser transcendida, primero por el plano de la razón y en un momento final por la intelección hasta llegar a la "incomprehensible comprehensión".

AGENDA científica

Taller de Escritura Creativa
El Departamento de historia y la Secretaría de Extensión Universitaria y bienestar estudiantil de la Facultad de Filosofía y Letras (UBA) organizan un taller de escritura creativa para estudiantes de historia, antropología, filosofía, etc. y profesionales de áreas no relacionadas con la escritura de ficción. Informes e inscripción en la sede de la facultad, Puán al 400, 2° piso of. 244, seube@hotmail.com

Concurso de becas
La Agencia Nacional de Promoción científica y tecnológica de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación informa que está abierta la inscripción para obtener subsidios de financiamiento para proyectos de investigación científica y desarrollo estratégico. Página Web: www.agencia.secyt.gov.ar

Posgrado en alimentos
Del 2 al 6 de agosto se realizará en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UBA el III Curso de posgrado en ambiente, producción y utilización de alimentos. El mismo está dirigido a veterinarios, biólogos, agrónomos y profesionales vinculados a producción animal y el medio ambiente. Informes e inscripción en la sede de la facultad, Av. Chorroarín 280, tel. 4524-8473.

Mensajes a FUTURO
futuro@pagina12.com.ar